

RAPPORT DOCUP 2006

Opération	Systèmes canniers en condition pluviale sèche
Responsable	Denis Pouzet
Collaborateurs	Nadia Lubin, Jean-Claude Efile, Elie Nudol
Coordonnées	Ferme de Vidon, 97140 Capesterre de Marie Galante, Guadeloupe
Contact	denis.pouzet@cirad.fr

Résumé

J'ai été chargé fin 2004, de concevoir et de conduire des recherches dans le but d'améliorer la productivité de la sole cannière en condition pluviale aléatoire. Ces conditions climatiques des bassins canniers de Grande Terre et de Marie Galante sont caractérisées par des sols vertiques. Elles sont représentatives de la majorité des zones cannières des caraïbes (Cuba, Jamaïque, Barbade...).

Les orientations choisies pour mieux valoriser au la production cannière pluviale et la rendre plus 'durable' m'ont conduit à développer deux thèmes de recherches :

- 1. Un axe portant sur la conception de techniques culturales autorisant une meilleure valorisation par la culture des réserves hydriques disponible*
- 2. Un axe portant sur une meilleure valorisation de la production de la culture (a) en jouant sur les coûts de production et (b) en développant une réflexion sur la valorisation de la partie non sucrière de la production+9.*

Les premiers résultats du thème 1 commenceront à être exploités courant 2007 (récolte des essais en canne plantée de 18 mois mis en place en 2005). La thématique a largement évolué courant 2006 à l'issue de synthèses bibliographiques sur le fonctionnement hydrique des vertisols et de la prise en compte de réalités de terrain. Elle s'orient désormais vers la conception de techniques culturales permettant de mieux maîtriser l'enherbement.

La thématique 2 axée sur une veille documentaire débouche sur (1) des projets de recherches associant des industriels et (2) une stratégie de recherche à moyen et long terme pour valoriser la lignocellulose produite par la plante. Les orientations en cours visent à la mise au point de la production des principaux carbohydrates de structure (cellulose, hémicellulose, lignine) à partir des sources de variabilité, pour optimiser les usages industriels prévisionnels. Les concepts stratégiques qui intéressent la recherche sont : (a) une valorisation de la totalité de la production au travers du bioraffinage de la plante qui nous oriente vers l'amélioration du potentiel photosynthétique de la culture (b) la modulation de la composition de la production (cellulose, hémicellulose, lignine, protéines, PCI...) au travers de l'itinéraire technique pour adapter la ressource à l'usage économique dominant (c) la promotion des usages multiples garant d'un résultat économique intéressant et (d) l'adaptation de l'outil industriel aux caractéristiques de la production pour valoriser le potentiel photosynthétique jusqu'à présent contraint par les normes de teneur en fibre et en sucre exigées.

Thème 1 : production en condition pluviale aléatoire

Le projet est ciblé sur les zones non irriguées des bassins canniers pluviaux sec qui sont tous caractérisés par des sols vertiques plus ou moins caillouteux. L'objectif est d'améliorer et de stabiliser la production cannière dans des conditions de déficits hydriques aléatoires. Les connaissances scientifiques (synthèse bibliographique réalisée en 2005) qui sont à l'origine de la programmation sont les suivantes :

- 1. Il n'existe pas de systèmes simples d'indicateurs d'état hydrique des sols. Les sondes THERESA ne conviennent pas à toutes les situations, notamment en présence de cailloux.*
- 2. Il n'existe pas de moyens simples d'établir l'état des réserves hydriques du sol à un instant donné. Les seules évaluations possibles nécessitent des connaissances sur la*

profondeur du sol et accessoirement celle de l'enracinement de la culture. L'accès à ces informations à l'échelle parcellaire est pratiquement impossible malgré les tentatives portant sur (1) les mesures électriques et (2) la topographie du sol.

3. La transmission hydraulique dans les vertisols est pratiquement nulle. L'eau ne circule pas. La réserve ne se vide pas comme dans d'autres sols, par lessivage ou évaporation.

Deux règles, qui caractérisent le comportement hydrique des vertisols, en découlent :

1. Seul l'état de la plante, caractérisée par sa croissance et son développement, est susceptible de donner des indications sur l'état hydrique d'un vertisol.
2. Le seul moyen de modifier l'état hydrique d'un vertisol est le pompage des réserves par les racines des plantes.

Conséquences agronomiques, la réserve hydrique des vertisols peut être considérée comme stable à l'échelle de la culture. Ce sont les racines des plantes qui y accèdent par leur développement (croissance et ramification) et non pas l'eau qui migre vers les racines. Optimiser la production cannière dans ce contexte revient donc (1) à empêcher toutes racines autres que celles de la canne à sucre ne se développer mais aussi (2) à privilégier des cultivars disposant d'un système racinaire très ramifié et à développement rapide.

Le programme de recherche est donc dédié à la mise au point d'itinéraires techniques (y compris le choix des cultivars) efficaces contre l'enherbement. Il ne peut se résumer à la lutte chimique. L'interdiction de molécules herbicides efficaces et l'avènement de nouvelles molécules très techniques et très chères, privilégie les voies agronomiques. L'évaluation des techniques proposées repose sur des mesures de croissance et de développement du couvert, des relevés météorologiques journaliers et, lorsque cela est possible, la mise en place de sondes THERESA qui indiquent la fin de la réserve hydrique accessible aux racines.

Expérimentations conduites

Les essais mis en place (tableau) ont pour objectif de tester les effets de trois composantes de l'itinéraire technique sur l'enherbement :

- Le paillage dans ses fonctions herbicides et non comme protection contre l'évaporation qui est négligeable sur sols vertiques.
- L'écartement entre lignes de plantation, pour jouer sur la vitesse de fermeture du couvert.
- Les variétés en évaluant l'effet global des caractéristiques de leur enracinement (vitesse, profondeur, densité) et de leur vitesse de couverture.

Résultats obtenus

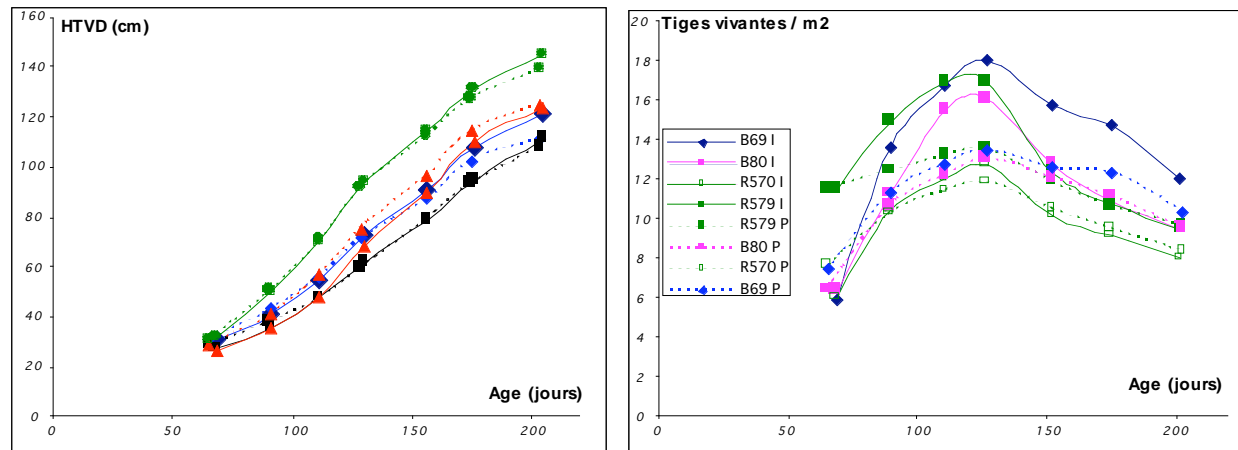
Les premiers résultats exploitables seront disponibles mi 2007 (récolte en canne vierge de 18 mois), récolte avancée à Bellevue (raison de gestion du domaine) et récolte vers 12 mois à Gardel. L'absence de sécheresse depuis 2 campagnes met en évidence la nécessité de poursuivre l'expérimentation au minimum sur 2 repousses.

Situation prévisionnelle du programme fin 2006

Lieu	Essai	Dispositif		Date	Localisation/observation	Récolte
		Trai	Rep.			
Grande Terre	Biomasse résiduelle*nuisibilité	6	5	27/07/05	Godet essai abandonné par erreur de traitement (phytotoxicité du Velpar)	Fin 2006
	Ecartement	4	5	01/08/05	Godet	En cours (3/7)
	Cultivar pluvial	4	5	28/09/05	Godet	En cours (3/7)
	Cultivar irrigué	4	5	29/09/05	Godet	En cours (3/7)
	Biomasse résiduelle*nuisibilité	5	5	10/03/06	Gardel	Avril mai 07
Marie Galante	Nuisibilité	2	test	28/09/05	Vidon. Ces 2 essais ont été abandonnés après leur mise en place en octobre (moins de 40% de levée par pluviosité excessive).	Mars avril 07
	Travail minimum	5	5	04/10/05		Fin mars 07
	Nuisibilité	5	5	06/09/06	Bellevue	Fin mars

Les essais sont suivis par des mesures de tallage de croissance, d'absorption de l'énergie PAR et par des pesées. Le graphique suivant illustre quelques mesures partielles de tallage

et d'élongation (HTVD=hauteur de la dernière ligule visible) des essais cultivars irrigué (I) et pluvial (P) pour 4 variétés de La Réunion et de Barbade (R570, R579, B80689 et B69566).



Perspectives

S'agissant d'essais agronomiques, les perspectives sont étroitement liées aux conditions climatiques. Les premiers cycles expérimentaux en canne plantée de 18 mois ont été marqués par une absence quasi totale de stress hydrique. L'avènement de périodes sèches est nécessaire à l'évaluation des techniques que nous proposons. Si les conditions pluviométriques le permettent, un premier bilan intermédiaire pourra intervenir début 2010, après deux récoltes des essais en repousse. Nous prévoyons alors d'ébaucher les grandes lignes d'itinéraires techniques adaptés aux conditions pluviales aléatoires.

Les essais destinés à tester l'incidence de l'enherbement sur la production et l'importance du paillis sur l'enherbement sont par nature annuels. Les études de la nuisibilité des mauvaises herbes seront reconduites sur canne plantée et sur repousse. L'étude de l'effet du mulch de biomasse résiduelle n'intéresse que les repousses (éventuellement les replantations en travail minimum du sol).

Les premiers résultats mi-2007 permettront de revoir éventuellement les dispositifs et d'améliorer les techniques de mesure des couverts (notamment fréquence et calendrier) et la technicité de l'équipe.

Thème 2 : Valorisation de la production

J'ai orienté cette thématique d'une part vers une activité de transfert des techniques existantes (bibliographie) et d'autre part vers la recherche de nouvelles méthodes de valorisation de la biomasse résiduelle de la filière

Les activités de transfert sont directement liées aux activités de mes collègues travaillant sur les réductions de coût des itinéraires techniques dans les domaines de la mécanisation et du désherbage. Je demeure actif pour appuyer, collaborer et aider au développement des programmes dans ces deux domaines au travers de tests de démonstration en collaboration avec le CTICS (tableau) portant sur la travail minimum du sol et le désherbage bas volume, ainsi qu'au travers d'animations à Marie Galante D'importants gains économiques et environnementaux sont envisageables.

Pour développer l'axe de recherche sur la valorisation de la biomasse 'non sucre' de la canne à sucre, je me suis appuyé sur l'ADEME Guadeloupe (Jerôme Dancoisne) et j'ai bénéficié de l'appui de Jean-Yves Dupré (ingénieur général ENGREF au MAP, chargé de l'énergie et du pôle de compétitivité de la Réunion et de l'IAR) pour consolider mes propositions.

Résultats obtenus

J'ai diffusé à Marie Galante la connaissance sur le travail minimum issues des recherches de Barbade et du CIRAD en m'appuyant sur l'expérience du domaine de l'usine de Gardel qui pratique la technique depuis de nombreuses années. J'ai également développé l'idée d'un

resserrement des lignes de plantation, principalement en culture manuelle, pour un meilleur contrôle de l'enherbement et une durée de vie accrue des plantations. La SICAMA compte appuyer ces techniques à Marie Galante au travers de démonstrations.

Concernant l'utilisation de la biomasse, j'ai rédigé des projets dont les montages financiers sont en cours ou à l'étude. Les concepts de base que j'ai développés se résument comme suit :

Place stratégique des productions non alimentaires

L'agriculture, en ce début de siècle, fait face à un nouveau défi. Elle doit s'intensifier pour assurer l'alimentation humaine dans un contexte mondial de diminution de la surface agricole utile par habitant. Elle doit parallèlement réduire sa large contribution au réchauffement climatique. Rappelons pour ce dernier point, que le recyclage du carbone par la production agricole s'accompagne d'externalités négatives. Les consommations d'énergies fossiles au travers de la mécanisation, de la gestion de l'eau et de celle des engrais sont importantes. La dégradation de la matière organique et des fertilisants azotés produisent des gaz à effet de serre (GES : CH_4 , NO_x , CO_2). L'élevage émet à lui seul plus de GES que les transports et représente une source principale de dégradation des terres et des eaux (FAO, 26/11/06).

La recherche agronomique doit donc concevoir des systèmes de culture plus performants, avec une empreinte écologique réduite et un meilleur équilibre entre les usages alimentaires et industriels. Les solutions prévisibles, dans l'état actuel de nos connaissances, sont une évolution des systèmes intensifs dédiés à une production particulière, vers des systèmes de polyculture ou de cultures associées, pour lesquels toute la production peut être valorisée.

Cette problématique s'applique aux filières agro-industrielles qui nous intéressent. Leurs mutations, imposées par les pressions environnementales est en cours. Le concept de bioraffinage de la plante (raffinerie végétale), largement développé dans la littérature anglo-saxonne (NREL) et en France (pôle IAR) prend progressivement le pas sur celui de l'industrie traditionnelle : on sépare/extraît toutes les composantes de la plante pour les valoriser. La notion de déchet ou de sous produit disparaît. Se développe parallèlement la notion d'écodéveloppement (développement économique durable). La valorisation des principales composantes de la lignocellulose devient un axe dominant des recherches technologiques. L'intérêt porté aujourd'hui à la biomasse n'est plus un phénomène temporaire lié aux politiques d'approvisionnement pétrolier. Il est pérennisé par la prise en compte du réchauffement climatique.

La recherche agronomique doit préparer ces évolutions en élargissant ses actions à l'ensemble des constituants des plantes, en quantifiant la notion de durabilité et en se rapprochant des demandes industrielles actuelles et prévisibles. Les marges de progrès sont considérables puisque les plantes n'étaient jusqu'à présent étudiées que pour leurs seules parties exploitées (sucre, huile, cellulose...).

Les enjeux

De nouvelles applications industrielles, associées à l'utilisation de la lignocellulose, sont annoncées dans des délais courts (5 à 10 ans). La littérature scientifique et technique mentionne de nombreux dépôts de brevets, des unités pilotes et de nouveaux projets industriels. Les usages potentiels sont multiples (énergie, biocarburants, alimentation du bétail, biomatériaux, bioraffinage, chimie verte...). Chaque usage potentiel est associé à des composantes qualitatives spécifiques de la biomasse (lignine, cellulose, hémicellulose, pouvoir calorifique, azote...). Il s'agit de répondre à ces demandes en adaptant la production des ressources.

La canne à sucre, par son efficience record de production de matière carbonée renouvelable en zone tropicale, est l'une des cultures les intéressantes pour la biomasse. Sa production moyenne est de 12 à 13 tep/ha/an. Son bilan énergétique est exceptionnel (8 à 10 fois plus d'énergie produite que consommée pour un ratio de 4 à 5 pour les huiles végétales). Sa production n'est aujourd'hui que partiellement exploitée puisque la culture laisse au sol une moyenne de 10t/ha/an de matière sèche résiduelle (feuilles, gaines, fouets). Elle dégage de

plus un excédent de 70 à 75kg de bagasse par tonne de canne broyée, après prélèvement des besoins énergétiques des sucreries.

La parenté de la canne à sucre avec les cultures les plus performantes en matière de biomasse en zone tempérée (miscanthus, switchgrass) ou dans des régions chaudes à faible pluviosité (sorgho) est remarquable et ouvre les portes de collaborations scientifiques élargies.

Au niveau sociétal et environnemental, la canne à sucre, en tant que culture pérenne multifonctionnelle à croissance continue, résistant aux cyclones et bien maîtrisée, joue un rôle essentiel dans le paysage des départements français d'outre mer :

- Protection du sol (culture pluriannuelle couvrant le sol toute l'année), recyclage des effluents urbains et des élevages intensifs, fourrage ; maintien du paysage avec notamment une réduction des risques d'incendies, contenance des pestes végétales ;
- Culture quasi 'propre', cultivée avec des besoins limités en azote et des possibilités agronomiques de forte réduction d'usage des herbicides ;
- Faibles aléas de production et vente de la totalité de la récolte ;
- Maintien d'un tissu social agricole, création d'emplois, incidence sur le tourisme.

Il s'agit de plus d'une culture peu gourmande en azote et dont le cycle de culture pluriannuel autorise une substitution partielle d'herbicides par des techniques agronomiques.

La dérégulation du marché du sucre et un marché du rhum de plus en plus concurrentiel ne permettent plus de garantir l'avenir des filières. Le principal défi à relever pour consolider l'économie cannière est de mieux valoriser la biomasse en préservant les usages actuels (sucre et rhum).

La culture de la canne à sucre peut répondre aujourd'hui à quelques problématiques des DOMs :

- Valorisation des sols mécanisables contaminés des bananeraies de Guadeloupe et de Martinique. Les productions alimentaires (agriculture et élevage) n'y sont plus souhaitables ;
- Développement d'une agro-industrie mécanisée en Guyane où existent une demande de développement au travers de cultures monétaires et des réserves foncières importantes ;
- Maintien des agro-industries cannières réunionnaises, guadeloupéennes et martiniquaises, par leur diversification progressive.

Ces enjeux ne sont pas uniquement domiens. Ils intéressent aussi les régions cannières avec lesquelles le CIRAD entretient des relations, notamment en Afrique et dans les caraïbes.

Questions de recherche

La thématique biomasse s'articule autour de questions de recherche innovantes relatives :

- Au déterminisme génétique des composantes de la biomasse.
- Aux mécanismes de formation des composantes de la biomasse au cours du cycle de culture en fonction des conditions pédoclimatiques.
- Au concept de durabilité et sa prise en compte dans les approches économiques.

Notre ambition est de mieux comprendre l'influence des principaux facteurs agissant sur la composition de la plante et le rendement et les interactions entre ces facteurs. Les facteurs qui seront abordés sont : le matériel génétique, les conditions climatiques (thermo radiatif, hydrique) et la culture (essentiellement âge). Dans le cadre économique, nous prévoyons de compléter les approches classiques par une prise en compte des externalités environnementales et sociétales.

Perspectives

Mes actions actuelles portent sur la recherche :

1. De partenaires européens (laboratoires et universités) pour ouvrir des collaborations nouvelles. Il s'agit de concevoir des systèmes de culture adaptés à des usages pertinents de la biomasse pour l'avenir. Il s'agit aussi parallèlement de trouver de nouveaux débouchés pour les filières canne à sucre des DOM avec lesquelles je collabore.

2. D'appuis scientifiques dans les domaines de la génétique et de la physiologie, pour développer des recherches sur les plantes à usages multiples qui présentent un important potentiel (*Miscanthus*, Canne de Provence...).

3. D'appuis dans le domaine de l'économie des usages de la biomasse.

Je suis aujourd'hui en quête de sources de financements diversifiées. Les décideurs qui gèrent les fonds FEDER (DRRT), FEADER (MAP), environnementaux (ADEME) de restructuration des productions (ODEADOM) sont informés de mes projets et des négociations sont en cours. Je cherche aujourd'hui à donner une dimension européenne aux projets pour répondre aux appels d'offres.

Résumé des activités et production scientifique

Participation à la vie collective

✓ Animations scientifiques

Animation de l'équipe canne à sucre de l'UR75 sur la thématique biomasse. Animation de l'équipe UR5 Guadeloupe.

✓ Projets européens et autres

Montages de projets proposés au FEDER (spircan) à l'ADEME (Bologne, ressources en huiles végétales), au MAP et à l'ODEADOM (CANMAS) début de rédaction d'un projet ANR PNRB.

Contribution au transfert des connaissances vers l'extérieur

Lobbying sur la thématique biomasse de la canne à sucre (présentations en Guyane, en Martinique, à l'AFCAS, à la SARA (Total), à l'AFD, à l'ODEADOM, aux journées CIRAD de septembre.

✓ Activités de formateur

Participation aux journées de la SICAMA (agriculteurs) sur les thématiques du travail minimum du sol. Encadrement du stage de R. Grangeon du 16/2 au 20/6.

✓ Relations extérieures

IRIS-Ingénieries, SARA, CTCS et PRAM en Martinique, CIRAD en Guyane, WICSCBEN (Barbade).

✓ Autres

Dans le cadre de la valorisation de la bagasse : distilleries agricoles (Bologne, Bellevue, Bielle) et UAG.

Missions (d'appui ou d'expertise)

- Suivi de la mission d'expertise bioénergie de Dupré et Prévost en Guadeloupe du 26 au 28 janvier 2006
- Mission exploratoire biomasse en Guyane du 7 au 13/5/07
- Mission ISSCT en Thaïlande du 18 au 29/5/07
- Mission exploratoire biomasse en Martinique du 11 au 14/5/07
- Mission de présentation du projet CANMAS à l'AFD (Colette Gosset) Paris le 13/7/07
- Mission à Montpellier pour les journées de septembre (présentation du projet CANMAS à la ½ journée bioénergie du 30/8/07
- Suivi de la mission du Dr. Rao (directeur du WICSCBS de Barbade) sur la canne biomasse du 17 au 20/10/07
- Mission au Brésil (Brasília) pour les journées franco-brésilienne sur les bioénergies du 24 au 30/11/07
- Mission à l'ODEADOM (Paris) le 4/12/07. Présentation du projet CANMAS
- Mission à Paris, journée AFCAS le 15/12/07. Présentation du projet CANMAS

Colloques

- Journée bioénergie du CIRAD (Montpellier le 30/04/2006) : une présentation sur la biomasse

- *Atelier 1 des journées franco-brésiliennes sur les biocarburants (Brasilia, 27-30 novembre 2006). Une note de collaboration sur les composantes de la lignocellulose dont les propositions ont été retenues en priorité et sont en cours de négociation.*
- *Journée AFCAS (Paris, 15/12/2006). Une présentation Power Point : Projet CANMAS. Itinéraire technique durable pour la production des principales composantes de la biomasse ligno-cellulosique de la canne à sucre.*

Rapports techniques et projets

- *Pouzet D., Lubin N., Efile J.C., 2006. Opération systèmes canniers en condition pluviale sèche. Rapport d'exécution 2005 : Programme européen DOCUP 2000-2006. Contrat d'entreprise du Cirad-Ca - 2ème et 3ème tranche - Année 2005. Programme de travaux d'appui au développement de la canne à sucre en Guadeloupe. Montpellier, France, CIRAD-CA, 45 p.*
- *Pouzet, D., Novembre 2006. Projet CANMAS-DOM. Projet interdom d'amélioration de la production de biomasse de canne à sucre pour des usages autres que le sucre et le rhum. Marie Galante, 10 p.*
- *Pouzet, D. Avril 2006. Projet CANMAS : Amélioration de la production de la biomasse de canne à sucre à des fins énergétiques. Applications à d'autres usages non sucriers. Marie Galante, 17 p.*
- *Pouzet, D., janvier 2006. Projet de recherches sur les potentialités et les modalités de production de la canne à sucre pour la biomasse. CIRAD Marie Galante, 6p.*
- *Tournebize, R., Bonhomme, R., Pouzet, D., Juillet 2006. Simulation de l'indice foliaire d'une culture de canne à sucre à l'aide de photographies hémisphériques faites in situ. Proposé pour publication dans les Cahiers techniques de l'INRA. 7 p.*

Rapports de mission

- *Pouzet, D., Juin 2006. Rapport de mission en Martinique du 11 au 13 juin 2006. CIRAD Marie Galante, 5p.*
- *Martiné J.F., Pouzet D., 2006. Integrated agronomic practices to improve/sustain cane productivity. Agronomy Workshop ISSCT du 22 au 26 mai 2006, Khon Kaen, Thaïlande : rapport de mission. Montpellier, France, CIRAD-CA, 8 p.*
- *Pouzet D., 2006. Rapport de mission en Guyane du 7 au 13 mai 2006. Montpellier, France, CIRAD-CA, 9 p.*

Encadrement de stage

- *Grangeon, R., 2006. Mesure de l'indice foliaire de la canne à sucre par deux méthodes indirectes. Master : Biologie, géosciences, agronomie, environnement. Spécialité Biologie fonctionnelle des plantes Montpellier 2 : 27 p.*